

Determinación de nuevos avances para la resolución de distocias en bovinos

Determination of new advances for the resolution of dystocia in cattle

Lady Catherine Montilla Prado¹, Ana María Quintero Tapasco¹, Juan Carlos Echeverry López²

¹ Estudiantes Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Tecnológica de Pereira. ² Docente Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Tecnológica de Pereira.

Resumen

La distocia es uno de los problemas reproductivos más frecuentes en bovinos, causando mortalidad perinatal, terneros débiles con bajo peso al destete, disminución de la eficiencia reproductiva y la incidencia de enfermedades postparto como, la retención de membranas fetales, metritis, endometritis y prolapsos uterinos, lo que generan significativas pérdidas económicas en la industria ganadera. Su manejo continúa siendo un desafío, por lo tanto, el riesgo de distocia debe reconocerse lo antes posible, pues diferentes investigaciones indican que la intervención temprana tiene el potencial de prevenir mortinatos y traumatismos en la madre. Se ha detectado que una de las causas más comunes que presentan en los partos distócicos, se debe a la longitud de gestación y desproporción feto-pélvica, por lo que es necesario encontrar nuevas alternativas enfocadas en las dimensiones del feto y la madre, pues a pesar de las diferentes técnicas que existen, como la palpación y procedimientos avanzados como el examen de ultrasonido, no hay un método seguro que permita definir el peso, la posición y dimensión del ternero antes de nacer, entre otros parámetros que ayuden a predecir, antes del parto, el riesgo de distocia. El presente trabajo es una recopilación bibliográfica, el cual está enfocado en la investigación y desarrollo de nuevas técnicas, tecnologías y parámetros, que permitan detectar de manera temprana, la posibilidad de que se presente un parto distócico. Se exponen temas actualizados de interés obstétrico en bovinos, a fin de facilitar más el conocimiento a estudiantes y profesionales relacionados con gremio, posibilitando que

puedan implementar en su vida laboral, una o varias técnicas actualizadas para la resolución de la patología.

Palabras clave: Involución uterina, parto, reproducción.

Abstract

Dystocia is one of the most frequent reproductive problems in cattle, causing perinatal mortality, weak calves with low weaning weight, decreased reproductive efficiency and the incidence of postpartum diseases such as retention of fetal membranes, metritis, endometritis and uterine prolapse, which generate significant economic losses in the livestock industry. Its management continues to be a challenge, therefore the risk of dystocia should be recognized as soon as possible, as different research indicates that early intervention has the potential to prevent stillbirths and trauma to the mother. It has been detected that one of the most common causes, is due to the length of gestation and feto-pelvic disproportion, so it is necessary to find new alternatives focused on the dimensions of the fetus and the mother, because despite the different techniques that exist, like palpation and advanced procedures like ultrasound examination, there is no sure method that allows to define the weight, position and dimension of the calf before birth, among other parameters that help to predict, before delivery, the risk of dystocia. The present work is a bibliographic compilation, which is focused on research and development of new techniques, technologies and parameters, that allow early detection, the possibility of dystocic labor. Updated topics of obstetric interest in cattle are exposed in order to facilitate more knowledge to students and professionals related to the union, enabling them to implement in their working life, one or more updated techniques for the resolution of pathology.

Key words: Uterine involution, Birth, reproduction

Introducción

La distocia es una de las principales causas de mortalidad en el momento del parto en ganado bovino a nivel mundial. Esto lleva a grandes pérdidas económicas que afectan la ganadería por pérdida de crías e inclusive de vacas en los casos más

severos. Afecta todos los parámetros reproductivos principalmente por el tiempo de recuperación del animal para ser nuevamente fértil. En algunos hatos llega a ser un problema generalizado debido a diversos factores.

La presencia de distocia en las fincas y su resolución es algo que los ganaderos deben manejar rutinariamente. Se han estudiado técnicas que permitan la toma de decisiones rápida para ver cuál es la mejor opción en el momento de presentarse la distocia. Con esto se evitaría la pérdida de animales y se mejorarían parámetros reproductivos y productivos que van a incidir en los ingresos de la hacienda.

Para comprender adecuadamente que es distocia se requiere de una buena comprensión de un parto normal, ya que las situaciones en que una persona considerara un parto distócico (difícil) o un parto eutócico (normal) es subjetivo, asimismo lo que para una persona puede considerar un parto sencillo para otra puede no serlo, por lo tanto se ha intentado dar objetividad al diagnóstico de la distocia (1). Debido al incremento de la explotación ganadera se atribuyó al parto una creciente importancia, debiendo a que esta etapa marca el inicio de un nuevo ciclo productivo y reproductivo (2).

La distocia es la condición obstétrica más importante en Medicina veterinaria, proviene del griego *dys*, que significa dificultad y del término *tokos* que quiere decir parto, lo que finalmente significa parto difícil (2). Es un término que se utiliza cuando se presentan complicaciones en el momento del nacimiento, lo que impide llevar a cabo un parto de manera natural mediante procesos fisiológicos de la madre y el feto. La distocia se puede presentar como un ligero retraso al inicio del parto o como la incapacidad absoluta de parir, lo que conlleva a un alto riesgo para la madre y el feto (3).

Con una incidencia del 10% en vacas multíparas y hasta 30% en vacas primíparas, es un caso de suma importancia al que hay que prestarle toda la atención y reducir e identificar factores para que esto no pase ya que estos factores van desde estrés al momento del parto como cambios metabólicos en la madre (4). En estos casos es

necesaria la intervención de un Médico Veterinario, el cual por medio de técnicas obstétricas intentara proteger la salud y la vida del ternero y de su madre (5).

Diversos autores clasifican la distocia de formas diferentes, pero más que la clasificación lo importante es entender por qué se originó, para lograrlo se deben identificar los diferentes factores que la causan como torsión uterina, tamaño de la pelvis de la vaca y una de las más importantes desproporción feto maternal que se puede originar por factores como: sexo, raza, alimentación de la hembra, condición corporal del toro utilizado en la monta (1). Entre las causas fetales más comunes se encuentra, la estática fetal, el cual es un comportamiento anormal del feto y produce una inadecuada ubicación antes del parto, malformaciones genéticas en el feto, partos gemelares, el tamaño del feto es un factor importante y común en partos distócicos, se considera que un feto es grande cuando el tamaño es mayor al promedio de la raza y el diámetro del canal pélvico es normal, también se puede presentar desproporción feto pélvica, en este caso el feto tiene un tamaño normal para la raza pero la pelvis de la madre es muy pequeña, comúnmente se presenta en novillas de primer parto. Por otro lado, están las causas maternas, entre las más frecuentes se presenta la hipotonía uterina, que es la ausencia o disminución de la frecuencia e intensidad de las contracciones uterinas la cual se puede dar por hipocalcemia, descontrol hormonal, obesidad, etc. La hipertonia uterina siendo todo lo contrario aumenta las contracciones abdominales y uterinas, lo que resulta poco eficiente para expulsar el feto, dilatación inadecuada del cérvix, insuficiencia en la lubricación del canal de parto por pérdida de líquidos, enfermedades infecciosas, anomalías vaginales, entre otras (6). Solo identificando la causa predisponente se puede dar un tratamiento efectivo.

Para lograr tener un manejo adecuado en el hato con vacas próximas a parir se deben tener cierto tipo de conocimientos en cuanto a posicionamiento fetal debido a que en los partos distócicos los ejes fetales y pélvicos de la madre no coinciden por lo que provocara un parto sumamente riesgoso. En caso de que sea un parto eutócico (normal) las patas delanteras del ternero se presentan primero, seguidas de la cabeza, los hombros, las caderas y las patas traseras, al contrario de un parto distócico donde las partes van ubicadas de una manera diferente (7).

La asepsia es la regla de oro a la hora de tratar un parto en general ya que así se pueden prevenir ya sean infecciones secundarias o abrirle la puerta a agentes oportunistas que pueden causar graves problemas. La lubricación en el canal del parto también ayudará a que la vaca pueda parir más cómodamente, se puede utilizar lubricantes de tipo comercial en el caso de distocias. La presencia de distocia representa un problema económico significativo, ya que implica un elevado costo, además del padecimiento del animal. Los costos son altos pues en diversas ocasiones el animal muere, ya sea por mala manipulación o debido a los efectos que se generan por la hipoxia que sufre el feto durante el proceso, lo que puede provocar una acidosis que finalmente le causaría la muerte, en algunos casos el animal logra sobrevivir presentando efectos negativos en el crecimiento. En los casos más severos el ternero y la madre mueren. Este tipo de padecimiento afecta la productividad de las vacas lecheras al reducir la eficacia en la reproductividad, aumentando el riesgo de muerte y disminuyendo en muchos casos drásticamente la producción de la leche (8).

En la actualidad existen diversas maniobras obstétricas al momento de atender un parto distócico, el médico veterinario debe actuar de forma rápida, analizando la situación en la que se encuentra el animal, la causa, las posibilidades y de ser necesario someter al bovino a una cesárea de emergencia, para evitar pérdidas y calmar el dolor de la madre (6).

Para evitar este tipo de dificultades a la hora del parto y evitar la muerte fetal se recomienda observar a las vacas en etapa tardía de parto, ya que diversos estudios nombran ciertos cambios de comportamiento de las vacas el día del parto en comparación de los días previos al parto (9).

Las variables descritas como predictores para distocias encontradas son la edad (primíparas vs multíparas), raza, clima y estación del año si la hay en la región, enfermedades previas, tipo de toro utilizado en la monta o si se eligió inseminación artificial, entre otras (10). Por otro lado el buen manejo de los procesos reproductivos mejorará la salud reproductiva del ganado lo que conlleva a una buena rentabilidad

lechera por lo tanto los productores de lácteos deben promover una buena generación de prácticas pre-parto y post- parto para evitar pérdidas por causas inherentes a la reproductividad de la vaca o a factores medioambientales (7).

Los problemas reproductivos y sus bajos índices en granjas modernas incluyen una amplia variedad de factores , pero la causa de predominio en muchas de ellas es la distocia de hasta un 31.7% según (11) es por esto que se deben tener nuevas estrategias y avances tecnológicos para mitigar esta problemática que se da a nivel mundial, con graves pérdidas económicas para el productor por perdida de terneros algunos de alto valor genético y lo que es peor dificultades reproductivos secundarios en la vacas desencadenados por esta patología, así como todas las causas subyacentes como costos de medicamentos, costo en la valoración del médico veterinario zootecnista, etc.

El objetivo del presente trabajo se enfocó en determinar los nuevos avances para la resolución de distocias en bovinos buscando disminuir los índices de mortalidad y aumentar la productividad en las haciendas.

Materiales y Métodos

Para la recopilación de la información se investigó en bases de datos como Scielo, Science Direct, Scopus, Google Académico utilizando conectores booleanos como And, Or y Not, al igual que palabras claves, criterios de inclusión como reportes del 2010 hasta la fecha actual, artículos de todos los países, entre otros.

Resultados y discusión

Unas de las alternativas que aún se están investigando son los sistemas de monitoreo que combinan variables para la predicción del parto de forma continua y que por supuesto pueden ayudar a la detección temprana de un parto dificultoso. En estos sistemas novedosos encontramos inclinómetros, acelerómetros y sondas vaginales las cuales miden temperatura vaginal (12).

Sin embargo el pronóstico preciso al inicio del parto es difícil debido a la variación entre individuos en cambios de comportamiento asociados con el parto, no obstante una variable crucial que se debería llevar a cabo es el monitoreo de vacas predispuestas a distocia lo que permite una asistencia obstétrica oportuna durante el parto donde son fundamentales los factores de producción y bienestar tanto de la cría como de la madre (13).

Otra variable fundamental y a veces muy olvidada es la observación en los cambios de comportamiento de las vacas a punto de parir y en este caso se debe saber diferenciar entre comportamientos normales en vacas con parto eutócicos y variables en el comportamiento de aquellas con partos dificultosos. Según un estudio sobre estas variables, un ejemplo de esto es la disminución de la ingesta de comida y agua horas previas al parto, debido a que por lo general partos distócicos son causados por una desproporción feto pélvica en donde el diámetro de la pelvis es reducido en comparación al diámetro del feto, por lo tanto, lleva también a reducir la cantidad de espacio disponible en el rumen, lo que trae consigo que se reduzca la ingesta de agua y comida. Esta reducción también podría deberse al dolor asociado a un mal posicionamiento del feto (14). Otros estudios además comparan signos de comportamiento en donde horas antes del parto se observaron diferencias como inquietud de 12-24 horas antes del parto, levantamiento de la cola, postración lateral que se dio en vacas con partos distócicos. Sin embargo, esto podría ser parte de una conducta fisiológica durante el parto y no debería interpretarse como signos de una distocia, no obstante signos como secreción de orina constante, refregar el cuerpo contra paredes y raspar el suelo si fueron concluidos como signos de distocia característicos según lo informa la literatura (15).

Aunque es muy raro la presencia de distocia, se deben tener en cuenta las enfermedades infecciosas reproductivas como las producidas por *Leptospira interrogans* serovar *Pomona*, *Brucella abortus*, *Campylobacter fetus fetus*. Estas enfermedades tienen un alto impacto como causa de abortos, lo que hace que se requiera un alto nivel de exigencia en los planes vacunales, además del uso de otros métodos diagnósticos como raspados prepuciales de toros y control de todos los

animales que entran a la hacienda. Por este motivo se hace necesario una buena difusión de la información y una continua capacitación de las personas encargadas de la manipulación de los animales (11).

En la literatura revisada, se encontraron avances tales como sistema de monitoreo de ubicación, recientemente comercializado con el nombre de Smartbow. Es un sistema puesto en la oreja de la vaca que permite el registro de movimientos individuales. Este sistema envía señales de baja frecuencia a los servidores y se crean algoritmos para identificar las vacas que requieren atención (16).

Las diferencias en el tiempo de rumia también pueden ser un factor revelador el cual puede ser un buen predictor de parto ya que la duración de la rumia y el nivel de actividad se pueden monitorear por medio de un collar usado en el cuello de cada vaca, pero se requieren más estudios complementarios en cuanto a la aplicabilidad de esta técnica (17). Identificar comportamientos anormales de alimentación y rumia durante el periparto puede ayudar a identificar vacas con enfermedad, lo que permite dar un tratamiento oportuno. El periparto es sin duda el momento al que se debe prestar más atención ya que en este momento se puede presentar paresia del parto, retención de placenta, cetosis, y desplazamiento del abomaso. Patologías que pueden llevar a la muerte de la cría e incluso de la madre. Se ha podido demostrar que la rumia puede disminuir a medida que avanza la preñez, por lo tanto cambios abruptos en este tipo de comportamientos puede ser significativo al momento del periparto (18).

Otro método descubierto recientemente para la predicción de partos distócicos consiste en unos monitores de temperatura que ya están siendo comercializados, donde se mide la temperatura reticulorruminal, piel y temperatura vaginal. En este estudio, se demostró que la temperatura corporal materna disminuye aproximadamente 48 horas antes del parto (19). Esta es una técnica mínimamente invasiva que permite obtener registros en tiempo real y además permite que las vacas se mantengan en su entorno natural (20). Otro estudio recolectó datos poniendo sensores en el cuerpo de las vacas para medir las contracciones lo que proporcionó

información clave en cuanto a la duración e intensidad de estas, lo cual puede ser útil tanto para predecir el parto como para determinar un parto difícil (21).

Con respecto a las crías de un parto distócico, se afecta negativamente el bienestar de los terneros nacidos vivos, ya que perjudica negativamente a estos por un mayor estrés fisiológico, menor transferencia de inmunidad pasiva, obteniendo terneros débiles, con bajo peso al destete y aumento de morbilidad y mortalidad. Mientras que en las madres se suele presentar retención de membranas fetales, metritis, endometritis y prolapsos uterinos.

Además, eleva los costos de crianza, por lo tanto, es indispensable tomar medidas preventivas adecuadas para mejorar un ambiente periparto natural e higiénico, aumentar la selección genética para facilitar el parto, que la madre tenga una buena alimentación pre y posparto, así como el cuidado personalizado de cada ternero con nacimiento distócico. Todo esto con el fin de minimizar los efectos de las distocias.

Un estudio realizado demostró que los terneros nacidos en condiciones de distocia tenían una mayor concentración de cortisol salival, esto puede ser una respuesta del eje hipotalámico-hipofisiario-adrenal, que se aumenta en el medio extrauterino debido a un estrés fisiológico (22), es por esto que se puede utilizar el método de medir el cortisol salival fetal, para así identificar si el ternero puede sobrevivir en un medio normal o va a necesitar de un manejo y procedimientos especiales que ayuden a su supervivencia.

En cuanto a la supervivencia de los terneros se ha podido establecer que la transferencia de inmunidad pasiva puede ser de gran utilidad en algunas granjas al momento de morir la madre si es el caso, ya que el no consumo de calostro genera problemas en el becerro al no poder transmitir la inmunidad necesaria para la supervivencia del ternero. En un ensayo se estimó que el 19.2% de 100 terneros Holstein muestreados tienen fallas en la transferencia de inmunidad pasiva por lo tanto un mayor riesgo de morbilidad y mortalidad. Para poder entender estas variables se han descrito ensayos en los que se miden concentraciones séricas de inmunoglobulina G (IgG) en terneros, todo esto con el fin de tener el suficiente potencial de combatir enfermedades (23).

Debido a que una de las causas más frecuentes de distocias en vacas son las desproporciones feto-pélvicas, recientes estudios sugieren que las características morfométricas como las mediciones hechas con un pelvímetro del ancho, altura y área intrapélvica de las vacas en gestación pueden ser características de gestación tardía, sin embargo, este se considera un procedimiento invasivo ya que se requiere anestesia epidural y muchas veces se fuerza la curvatura de la espalda del animal.

Recientemente se encontraron mediciones aún más certeras donde se comparó la circunferencia del casco frontal del becerro vs área intrapélvica materna en relación con la edad de la vaca o novilla y su circunferencia torácica, estas con el fin de predecir el puntaje de dificultad del parto. Estos datos fueron muy precisos a la hora de pronosticar distocias en ganado lechero primíparo y múltiparo(24). El estudio se basó en exámenes de ultrasonido transrectal (TRUS) en vacas de término tardío, demostrando que al medir el grosor óseo del metacarpo fetal (MC) o metatarso (MT) se podía tener una idea más acertada sobre peso al nacer, excluyendo los partos gemelares. La fórmula requiere de los espesores óseos fetales de MC / MT para determinar el grosor medio (\pm DE) MC / MT en centímetros y calcular el índice metacarpiano / metatarsiano [MCTI = peso corporal materno (kg) / grosor fetal MC o MT (cm)], para estudiar su asociación con la facilidad de parto. Los resultados indicaron que la medición tardía del grosor óseo MC / MT fetal mediante el examen TRUS sumados con el MCTI puede tener importancia clínica en la predicción de distocia en ganado, concluyendo que es parámetro medible y útil, con una confiabilidad alta como método predictor de distocia (25).

Si bien todos estos estudios son válidos, todos confirman que no se debe dejar a un lado múltiples parámetros a la hora de un parto, ya que cada caso es único. Factores muy importantes antes mencionados como la presentación de posición, postura y sexo del becerro, condición corporal de la madre, duración de gestación, factores ambientales así como las estaciones, puesto que, se ha evidenciado en ciertas razas de ganado que en épocas de invierno la tasa de muerte fetal es significativamente alta (26). Otros factores como la nutrición y el manejo en general, son puntos claves a la hora de abordar un parto ya sea eutócico o distócico.

Igualmente cada vez hay que hacer más énfasis y control del uso de programas de mejoramiento genético, selección específica del padre y las continuas investigaciones de médicos veterinarios zootecnistas al igual que la continua educación de los trabajadores encargados de atender condiciones obstétricas en las fincas (27).

Conclusiones

La industria ganadera está en constante evolución y adaptación dependiendo de los requerimientos de cada finca. Al igual que el incremento del número de animales, pero no de la cantidad de trabajadores, por lo que se hacen necesarios sistemas novedosos que ayuden a compensar esta desproporción.

Para ello se vienen investigando y desarrollando tecnologías de detección que recopilan información de comportamientos, desarrollando algoritmos para la detección de diferentes enfermedades. En este caso, se enfocan en diagnósticos de distocias en vacas y novillas. Hasta la fecha, se hace fundamental mejorar las técnicas basadas en los parámetros fisiológicos de la madre y el feto, para tener un panorama más amplio sobre las dimensiones y condiciones en las que se encuentran. Además de profundizar en los algoritmos comportamentales de las vacas próximas a parir, para proporcionar un sistema de alerta preciso que permita predecir y distinguir entre un parto distócico y eutócico, y realizar estudios que se centren en los diversos efectos por los que pasan las vacas en condiciones obstétricas como por ejemplo las condiciones de rumia y características reticulorruminales de pH.

Recomendaciones

Esta investigación se basó en técnicas nuevas de predicción para la atención de la distocia. Sería interesante un estudio sobre las causas predisponentes de este problema que genera tantas pérdidas económicas a los ganaderos. Desafortunadamente existe el problema de la información. Solamente ganaderías que manejen software, permitirían un estudio que ayude a determinar estas causas predisponentes para prevenir en un futuro y poder dar un manejo mejor a esta patología.

Bibliografía

1. Parkinson TJ, Vermunt JJ, Noakes DE. Prevalence, Causes and Consequences of Dystocia. *Vet Reprod Obstet.* 2019;214–35.
2. Bernoldi B;, Gens M;, Dick A. Partos Distócicos en Bovinos para Leche: Factores de Riesgo e Impacto Productivo. 2016;46.
3. Andofalto GM. Principais Causas De Distocia Em Vacas E Técnicas Para Correção: Revisão De Literatura. *Rev científica Med veterinária.* 2014;(1679–7353).
4. Tenhagen B-A, Helmbold A, Heuwieser W. Effect of Various Degrees of Dystocia in Dairy Cattle on Calf Viability, Mi...: University of Liverpool Library. *J Vet Med [Internet].* 2007;54:98–102. Available from: <http://eds.b.ebscohost.com.liverpool.idm.oclc.org/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=50d1f30e-c078-42a9-a7e3-622fd12d9dd5%40sessionmgr104&hid=127>
5. Espada Aguirre M, Figueras Ara L, Carreño L, Alcay C, Sastre L, Villarroya A. El parto distócico en el ganado vacuno. *Albéitar publicación Vet Indep.* 2016;(193):4–6.
6. Urrutia J. Complicaciones del parto y postparto de la hembra bovina. 2017;
7. Kim DU, Lee SC, Jeong JK, Choi IS, Moon SH, Kang HG, et al. Effects of dystocia on the postpartum complications, milk production and reproductive performance in dairy cows. *J Vet Clin.* 2016;33(2):87–92.
8. Rajala PJ, Gröhn YT. Effects of Dystocia, Retained Placenta, and Metritis on Milk Yield in Dairy Cows. *J Dairy Sci.* 1998;81(12):3172–81.
9. Barraclough RAC, Shaw DJ, Boyce R, Haskell MJ, Macrae AI. The behavior of dairy cattle in late gestation: Effects of parity and dystocia. *J Dairy Sci [Internet].* 2020;103(1):714–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2019-16500>
10. Federal U, Pampa DO, Ci EM, Biol N. Universidade federal do pampa programa de pós - graduação em ciências biológicas. 2016;1–53.
11. Del S, Central D, Provincia DELA, Chaco DEL, Rosa M, S AN, et al. Sitio Argentino de Producción Animal Sitio Argentino de Producción Animal. 1993;1–3.
12. Kovács L, Kézér FL, Ruff F, Szenci O. Rumination time and reticuloruminal

- temperature as possible predictors of dystocia in dairy cows. *J Dairy Sci* [Internet]. 2017;100(2):1568–79. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11884>
13. Krieger S, Oczak M, Lidauer L, Berger A, Kicking F, Ohlschuster M, et al. ScienceDirect An ear-attached accelerometer as an on-farm device to predict the onset of calving in dairy cows. 2019;4:0–9.
 14. Proudfoot KL, Huzzey JM, Keyserlingk MAG Von. The effect of dystocia on the dry matter intake and behavior of Holstein cows. *J Dairy Sci* [Internet]. 2009;92(10):4937–44. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2135>
 15. Wehrend A, Hofmann E, Failing K. Behaviour during the first stage of labour in cattle : Influence of parity and dystocia. 2006;100:164–70.
 16. Wolfger B, Jones BW, Orsel K, Bewley JM. Technical note: Evaluation of an ear-attached real-time location monitoring system. *J Dairy Sci* [Internet]. 2017;100(3):2219–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11527>
 17. Clark CEF, Lyons NA, Millapan L, Talukder S, Cronin GM, Kerrisk KL, et al. Rumination and activity levels as predictors of calving for dairy cows. *Animal*. 2015;9(4):691–5.
 18. Braun U, Tschoner T, Hässig M. Evaluation of eating and rumination behaviour using a noseband pressure sensor in cows during the peripartum period. *BMC Vet Res*. 2014;10(1):1–8.
 19. Borchers MR, Chang YM, Proudfoot KL, Wadsworth BA, Stone AE, Bewley JM. Machine-learning-based calving prediction from activity, lying, and ruminating behaviors in dairy cattle. *J Dairy Sci* [Internet]. 2017;100(7):5664–74. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11526>
 20. Cooper-Prado MJ, Long NM, Wright EC, Goad CL, Wettemann RP. Relationship of ruminal temperature with parturition and estrus of beef cows. *J Anim Sci*. 2011;89(4):1020–7.
 21. Jensen MB. Behaviour around the time of calving in dairy cows. *Appl Anim Behav Sci* [Internet]. 2012;139(3–4):195–202. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2012.04.002>
 22. Barrier AC, Haskell MJ, Birch S, Bagnall A, Bell DJ, Dickinson J, et al. The impact of dystocia on dairy calf health, welfare, performance and survival. *Vet J*

- [Internet]. 2013;195(1):86–90. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.07.031>
23. Alley ML, Haines DM, Smith GW. Short communication : Evaluation of serum immunoglobulin G concentrations using an automated turbidimetric immunoassay in dairy calves. *J Dairy Sci* [Internet]. 2012;95(8):4596–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5420>
 24. Hiew MWH, Megahed AA, Townsend JR, Singleton WL, Constable PD. Theriogenology Clinical utility of calf front hoof circumference and maternal intrapelvic area in predicting dystocia in 103 late gestation Holstein-Friesian heifers and cows. *Theriogenology* [Internet]. 2016;85(3):384–95. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.08.017>
 25. Vincze B, Gáspárdy A, Kézér FL, Pálffy M, Bangha Z, Szenci O, et al. Fetal metacarpal / metatarsal bone thickness as possible predictor of dystocia in Holstein cows. *J Dairy Sci* [Internet]. 2018;101(11):10283–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2018-14658>
 26. Uematsu M, Sasaki Y, Kitahara G, Sameshima H, Osawa T. Risk factors for stillbirth and dystocia in Japanese Black cattle. *Vet J* [Internet]. 2013;198(1):212–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.07.016>
 27. Mee JF. Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle: A review. *Vet J* [Internet]. 2008;176(1):93–101. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.032>